

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LORENA CASTRO RIBEIRO

PROPRIEDADES DE PAINÉIS OSB FABRICADOS A PARTIR DE FLOCOS
TERMORRETIFICADOS DE *PINUS CARIBAEA* VAR. *HONDURENSIS* E
EUCALYPTUS GRANDIS

CURITIBA

2015

LORENA CASTRO RIBEIRO

PROPRIEDADES DE PAINÉIS OSB FABRICADOS A PARTIR DE FLOCOS
TERMORRETIFICADOS DE *PINUS CARIBAEA* VAR. *HONDURENSIS* E
EUCALYPTUS GRANDIS

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de MBA em Gestão Florestal no curso de pós-graduação em Gestão Florestal, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Artur Queiroz Lana

CURITIBA

2015

Aos meus pais, pelo incentivo, suporte e por acreditarem em meus sonhos.

AGRADECIMENTO

Aos meus pais, Walter e Eva, irmãos, Thiago e Erica, e a todos os meus familiares e amigos que sempre estiveram ao meu lado, principalmente nos momentos mais difíceis.

Ao meu orientador, Artur Queiroz Lana, pela paciência, ensinamentos e entusiasmo.

Aos professores do curso de MBA em Gestão Florestal da Universidade Federal do Paraná.

Aos colegas de curso pela força durante todo o percurso e pelas risadas que me proporcionaram.

“O primeiro dever da inteligência é desconfiar dela mesma. ”

Albert Einstein

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo determinar as propriedades de painéis OSB, utilizando madeira de *Eucalyptus grandis* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Os painéis foram confeccionados com flocos termorretificados em autoclave, variando-se o tempo e temperatura dos tratamentos objetivando aferir qual o melhor método para aumentar a resistência e estabilidade dimensional dos painéis. Foram avaliados o módulo de ruptura (MOR), o módulo de elasticidade (MOE), a resistência a tração perpendicular, compressão, ao arrancamento de parafuso e a dureza "Janka" dos painéis confeccionados sob diferentes condições. Observou-se que as temperaturas de 170°C e 190°C, e os tempos, 1h e 2h, não afetaram significativamente a densidade e MOR e MOE dos painéis confeccionados. Para a resistência a tração perpendicular e arrancamento de parafuso, houve efeito negativo do tempo de tratamento, não havendo efeito da temperatura. Para a dureza "Janka", não houve efeito significativo do tempo de 2h, porém houve efeito negativo do tempo de 1h. O mesmo ocorreu para a resistência à compressão paralela, porém houve efeito significativo da temperatura de tratamento, sendo superior para 170°C. Os painéis produzidos com Pinus apresentaram resultados superiores.

Palavras-chave: OSB, Termorretificação, Painéis.

ABSTRACT

This study aimed to determine physical-mechanical properties of OSB panels, using *Eucalyptus grandis* and *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. The panels were produced with pre-heated strands, varying the time and temperature of treatment aiming to assess the best method to increase the strength and dimensional stability of the panels. We evaluated the modulus of rupture (MOR), modulus of elasticity (MOE), resistance to perpendicular traction, compression, screw pullout and hardness "Janka" of panels made under different conditions. It was observed that temperatures of 170 ° C and 190 ° C, and times, 1h and 2h, does not significantly affect the density and MOR and MOE of the panels. For internal bond and screw pullout it was reduced by the time of treatment, there was no effect of temperature. For the hardness "Janka", there was no significant effect of time of 2h, but was decreased by 1h time. The same was true for resistance to compression parallel, but there was a significant effect of temperature of treatment, higher for 170 ° C. The panels made with Pinus showed superior results.

Keywords: OSB. Thermal treatment. Panels.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 OBJETIVO.....	11
2.1 Objetivos específicos.....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1. Espécies utilizadas	12
3.2. Preparação dos flocos	12
3.3. Delineamento Experimental	13
3.4. Confecção dos painéis.....	13
3.5. Confecção dos corpos de prova.....	15
3.6. Testes Físicos.....	15
3.7 Testes Mecânicos.....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	17
5 CONCLUSÕES.....	21
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

1 INTRODUÇÃO

Os Produtos Engenheirados de Madeira (PEM), são produtos estruturais amplamente utilizados principalmente na construção civil, sendo produzidos a partir de lâminas ou partículas de madeira (PRION, 2003).

Os painéis de madeira estão consolidando posições de destaque no setor florestal e economia brasileira, em decorrência do grande crescimento da produção na última década. Nos anos 90, nenhum outro segmento do setor florestal brasileiro teve taxas de crescimento similares aos da indústria de painéis de madeira (TUOTO; MIYAKE, 2001). Em 2015, o volume de painéis de madeira exportado no primeiro semestre foi de 48,2% superior comparado ao mesmo período do ano passado, passando de 195 mil m³ para 289 mil m³ (IBÁ, 2015).

Estes painéis apresentam inúmeras vantagens diante da madeira serrada, principalmente pela sua pré-fabricação, industrialização, homogeneidade, redução da anisotropia e utilização de madeira de rápido crescimento proveniente de florestas plantadas. Dentre os principais produtos engenheirados de madeira destaca-se o OSB (*Oriented Strand Board*), a lâmina de madeira serrada (LVL) e a madeira laminada colada (SANTOS *et al.*, 2009).

O painel OSB é um painel de partículas de madeira orientadas, finas e longas, conhecidas como “strands”. Os painéis são produzidos a partir da adição de adesivos e aplicação de calor e pressão. Segundo Tsoumis (1991), é um painel tipicamente formado por três camadas, sendo a orientação da camada do meio, perpendicular à orientação das camadas externas, que seguem a orientação de formação do painel. É um produto utilizado para diversas finalidades, destacando-se na construção civil o seu uso para paredes, forros, pisos, componentes de vigas estruturais, de embalagens, dentre outros, tendo em vista a melhor qualidade de suas propriedades físicas, mecânicas e da melhora da estabilidade dimensional, competindo diretamente com o mercado de compensados.

A utilização de painéis OSB tem crescido significativamente e ocupado espaço antes exclusivo de compensados, em virtude de fatores como: (1)

redução da disponibilidade de toras com dimensões e qualidade adequadas para laminação; (2) o OSB pode ser produzido a partir de toras de qualidade inferior e de espécies de menor valor comercial; (3) a largura dos painéis OSB é determinada pela tecnologia de produção e não em função das dimensões das toras, como no caso de compensados (IWAKIRI,1999).

Segundo Moslemi (1974), os tratamentos que visam à melhoria da estabilidade dimensional dos painéis devem focar principalmente em dois aspectos básicos, a redução da higroscopicidade da madeira e a liberação de tensões impostas durante a prensagem do painel.

De acordo com Del Menezzi (2004), o tratamento térmico confere alterações nas propriedades físicas, mecânicas, de estabilidade dimensional e resistência biológica à madeira, como pode ser observado na Figura 1. O primeiro constituinte da madeira a sofrer influência do calor são as hemiceluloses (SHAFIZADEH; CHIN, 1977). Os demais componentes da madeira, lignina e celulose, são mais resistentes ao aumento da temperatura (SORATTO, 2012).

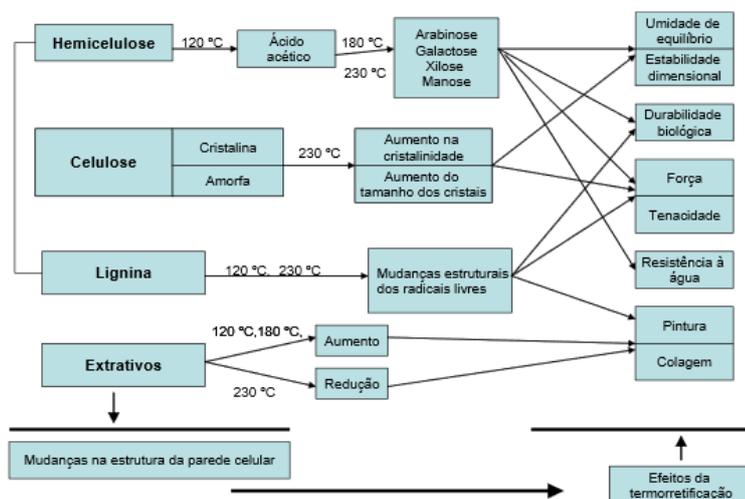


FIGURA 1 - Mecanismos de reação da madeira tratada.
 FONTE: VTT (1996) adaptado por SORATTO (2012)

Portanto, tratamentos que visem à melhoria da estabilidade dimensional de painéis OSB, além de oferecerem produtos mais duráveis para o mercado, contribuem para a diminuição de resíduos de indústrias madeireiras, uma vez que esses painéis podem ser fabricados até mesmo com os rejeitos de indústrias madeireiras.

2 OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar as propriedades físicas e mecânicas de painéis OSB fabricadas com flocos termorretificados, utilizando-se as espécies *Eucalyptus grandis* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

2.1. Objetivos específicos

- Avaliar as propriedades físicas: densidade e umidade;
- Avaliar as propriedades mecânicas: Módulo de Elasticidade (MOE); módulo de ruptura (MOR); Dureza “Janka”; Arrancamento de Parafuso, Tração perpendicular e Compressão paralela.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Espécies utilizadas

Os painéis foram produzidos com flocos de madeira de *Eucalyptus grandis* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. As árvores de Eucaliptos foram obtidas de plantios da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa - MG, e a madeira de *Pinus* foi comprada também no município de Viçosa, sendo que cada material teve determinada sua densidade básica.

3.2. Preparação dos flocos

As árvores foram seccionadas em toras de quatro metros e posteriormente em toretes de um metro, desdobrados em tábuas, com aproximadamente 80 cm de comprimento, 12 cm de largura e 2,0 cm de espessura. As costaneiras também foram utilizadas, processadas para se obter tábuas com 2,0 cm de espessura. As tábuas foram reduzidas a baguetas com 12 cm de comprimento, as quais foram armazenadas em tanques, submersas em água, até estarem saturadas. Então as peças de eucalipto foram aquecidas em água fervente, durante uma hora, no intuito de facilitar o corte da madeira, proporcionando assim flocos mais homogêneos

A madeira de *Pinus spp.* não foi aquecida porque, normalmente, não apresenta dificuldade de corte para a obtenção dos flocos. As baguetas foram processadas em um moinho de disco, produzindo flocos com dimensões de aproximadamente: 90 X 20 X 0,46 mm, e posteriormente secos ao ar.

O material foi classificado com a utilização de peneira manual, com malha quadrangular de dimensão 179,94 mm², e tendo como finalidade separar os finos. As partículas não retidas nas telas, com dimensões consideradas inadequadas para a fabricação de OSB, foram descartadas.

Depois de selecionados, os flocos foram submetidos à termorretificação em autoclave, onde permaneceram por 1h e 2h, às temperaturas de 170°C e

190°C, de acordo com o tratamento correspondente. Todos os flocos foram então secos em estufa com ventilação forçada a 100°C, para que atingissem 0% de umidade.

3.3. Delineamento Experimental

O experimento foi composto por:

- **2 tratamentos testemunha**, compostos por 6 painéis, sendo:
 - 1 tratamento testemunha da espécie *Pinus caribaea* var. *hondurensis*;
 - 1 tratamento testemunha da espécie *Eucalyptus grandis*;

- **4 tratamentos a 170°C**, totalizando 12 painéis, 3 repetições cada, sendo:
 - 1 tratamento de 1h para flocos de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*;
 - 1 tratamento de 2h para flocos de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*;
 - 1 tratamento de 1h para flocos de *Eucalyptus grandis*;
 - 1 tratamento de 2h para flocos de *Eucalyptus grandis*.

- **4 tratamentos a 190°C**, totalizando 12 painéis, 3 repetições cada, sendo:
 - 1 tratamento de 1h para flocos de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*;
 - 1 tratamento de 2h para flocos de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*;
 - 1 tratamento de 1h para flocos de *Eucalyptus grandis*;
 - 1 tratamento de 2h para flocos de *Eucalyptus grandis*.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e contraste de médias efetuado pelo Teste de “Tukey”, a 5% de significância.

3.4. Confeção dos painéis

Os flocos foram pesados e colocados dentro de um tambor rotatório, com uma pistola de ar comprimido acoplada, por onde foi aplicado o adesivo. O adesivo utilizado foi o fenol-formaldeído (CASCOFEN HL-2080), com teor de sólidos de 50%, pH 12,07 e viscosidade de 1020, aplicado na proporção de 8%, em relação à massa seca de partículas.

O colchão foi formado manualmente nas dimensões de 40 x 40 cm, contendo 3 camadas com os flocos das faces externas orientados perpendicularmente à camada interna, na proporção de 25% do total dos flocos em cada face e 50% do total dos flocos na constituição da camada interna.

O tempo de prensagem do colchão foi de 8 minutos, a uma temperatura média de 170°C, e tempo médio de fechamento de prensa de 30 segundos. Foi utilizada uma pressão média de 32 kgf/cm² para se obter painéis com densidade próxima a 0,70 g/cm³.

Os painéis produzidos foram deixados por 24h no mínimo para resfriamento. Foram então esquadrejadas, apresentando dimensões de 38 x 38 x 1 cm. Em seguida, foram recortadas para obtenção dos corpos de prova, conforme Figura 2.

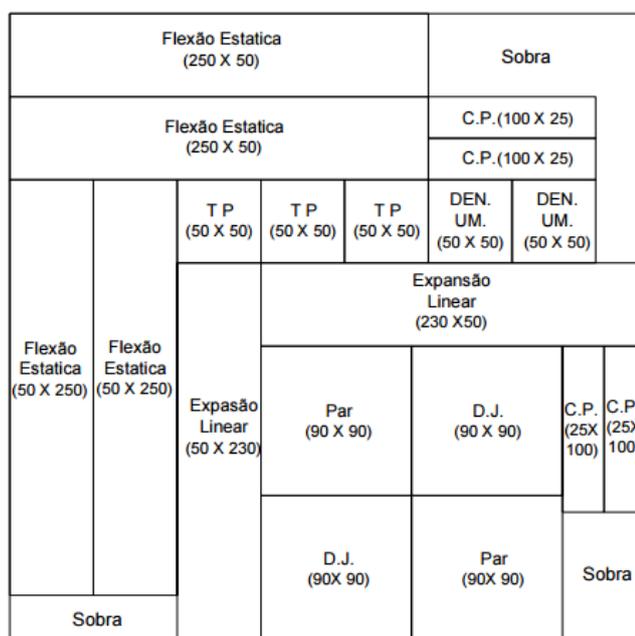


FIGURA 2 - Representação dos corpos de prova no painel.
 FONTE CABRAL (2010).

3.5. Confeção dos corpos de prova

Foram confeccionados corpos de prova para os testes de flexão estática, tração perpendicular, compressão paralela, densidade e teor de umidade, expansão linear e, para o ensaio de dureza Janka e de arrancamento de parafuso, foram utilizados os mesmos corpos de prova.

Estes foram climatizados até o equilíbrio, a uma umidade relativa de $65\pm 5\%$ e a uma temperatura de 20 ± 3 °C, conforme estabelecido pela norma ABNT NBR 14810-3 (2002).

Todos os ensaios foram realizados conforme a norma da ABNT: NBR 14810-3 (2002) e os valores obtidos nos testes foram comparados com a norma ANSI/A – 208.1 (1993), exceto da flexão estática, onde os valores de MOR e MOE foram comparados com a norma canadense CSA 0437-93.

3.6. Testes Físicos

A taxa de compressão é a razão entre a densidade do painel de partícula e a densidade da madeira utilizada na fabricação da mesma. O valor da taxa de compressão foi diferente entre os tratamentos, uma vez que a densidade do painel foi fixada em $0,7 \text{ g/cm}^3$ e os tratamentos utilizaram madeiras de duas espécies diferentes, com densidades diferentes.

Foram utilizados dois corpos de prova por painel, nas dimensões de 5,0 x 5,0 cm, para a realização dos testes de densidade e teor de umidade. Para o cálculo da densidade foi utilizado o método de imersão em mercúrio, conforme descrito por VITAL (1984). O teor de umidade foi calculado na base seca.

Para os testes de expansão linear foram retirados dois corpos de prova nas dimensões de 5 x 25 cm de cada painel. Após a sua climatização a $90\pm 5\%$ de umidade e 20 ± 3 °C de temperatura e com o auxílio de um gabarito, foram marcados dois pontos equidistantes 20 cm um do outro. O teste é realizado medindo-se novamente a distância entre os dois pontos, avaliando-se o delta na distância.

3.7. Testes Mecânicos

Foram confeccionados quatro corpos de prova em cada painel nas dimensões de 7,6 x 35 cm, para o cálculo do MOR e MOE.

Também foram produzidos três corpos de prova por painel, nas dimensões nominais de 5 x 5 cm para o teste de tração perpendicular ao plano da painel (ligação interna).

Para o teste de arrancamento de parafuso foram confeccionados dois corpos de prova nas dimensões 7,6 x 15 cm, os quais foram preparados de acordo com a Norma ASTM D 1037 (1991). Os corpos de prova utilizados no teste de arrancamento de parafuso também foram utilizados no teste de dureza “Janka”.

Para o teste de compressão paralela, foram retirados quatro corpos de prova nas dimensões 2,5 x 1,2 cm.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Resultados dos ensaios físicos

4.1.1. Densidade e umidade

De acordo com a análise de variância (ANOVA), não houve efeito significativo do tempo e da temperatura, bem como a interação entre eles, na densidade e umidade dos painéis OSB. A espécie também não afetou a umidade dos painéis, mas houve diferença significativa quanto a densidade, sendo de 0,6137 g/cm³ para o Eucalipto e 0,5734 g/cm³ para o Pinus.

De acordo com as informações apresentadas, foi possível observar que a densidade sofreu efeito significativo da espécie, e que os painéis produzidos com Eucalipto obtiveram resultados superiores.

4.2. Resultados dos ensaios mecânicos

4.2.1. MOR e MOE

De acordo com a ANOVA, o tempo e temperatura de tratamento não tiveram efeito significativo sobre MOR e MOE. Mendes *et al.* (2013) em seu estudo utilizando flocos de Eucalipto termorretificados a temperaturas de 200 e 240°C, e tempo de tratamento de 1h, observaram uma redução média de 46,00% para MOR e 29,12% para MOE dos tratamentos com relação à testemunha. Paul *et al.* (2006) também encontraram resultado semelhante em seu estudo com termorretificação de flocos para a produção de painéis OSB, utilizando temperaturas de tratamento de 200 e 240°C, onde não foi observada diferença significativa para valores de MOE e um decréscimo de 35-50% para MOR.

A espécie teve efeito sobre o MOR, sendo de 272,80 kgf/cm² para Pinus e 210,97 kgf/cm² para o Eucalipto,

Observa-se nos dados apresentados o efeito das espécies para a produção de painéis OSB, no qual se verifica que os produzidos com Pinus obtiveram maior rigidez.

4.2.2. Tração perpendicular e Dureza “Janka”

As Tabelas 1 e 2 apresentam os valores médios para tração perpendicular e dureza “Janka”, respectivamente, onde o tempo de tratamento e espécie tiveram efeito significativo sobre os painéis.

TABELA 1 – Valores médios de resistência à tração perpendicular em função da espécie e do tempo de termorretificação.

ESPÉCIE	TRAÇÃO PERPENDICULAR (Kgf/cm ²)
Pinus	119,35 A
Eucalipto	63,80 B
TEMPO	TRAÇÃO PERPENDICULAR (Kgf/cm ²)
Testemunha	109,67 A
2H	91,19 AB
1H	73,86 B

FONTE A autora (2015).

Observa-se que os painéis produzidos com Pinus apresentam maior resistência à tração perpendicular. Os resultados obtidos para tração perpendicular para os tempos de tratamento não eram esperados, porém situação semelhante foi encontrada por VITAL *et al.* (2014), utilizando o tratamento térmico de 180, 200 e 220°C em partículas obtidas de resíduo de embalagens de *Pinus sp.*, com posterior fabricação de painéis de partículas, onde a resistência à tração perpendicular das testemunhas (fabricadas com partículas não termorreticadas) foi superior.

Mendes *et al.* (2006) observaram em seu estudo que painéis produzidos com flocos termicamente tratados não apresentam diferença significativa para resistência à tração perpendicular, porém apresentaram resultados 61,7 e 50% menores para temperaturas de tratamento de 200 e 240°C, respectivamente. De acordo com Sernek *et al.* (2004), este resultado pode ser relacionado com a movimentação dos extrativos para a superfície do floco devido à exposição ao calor, e conseqüente inativação da superfície da madeira.

TABELA 2 – Valores médios de dureza em função da espécie e do tempo de termorreificação.

ESPÉCIE	DUREZA JANKA (Kgf/cm ²)
Eucalipto	430,19 A
Pinus	355,42 B
TEMPO	DUREZA JANKA (Kgf/cm ²)
2H	427,10 A
Testemunha	415,25 AB
1H	336,06 B

FONTE A autora (2015).

Ao analisar a tabela, podemos observar que os painéis produzidos com Eucalipto apresentam resultados superiores, em relação aos produzidos com Pinus, para a dureza “Janka”. Os resultados obtidos em relação ao tempo de tratamento não eram esperados. Matsumoto *et al.* (2001) relatam em seu estudo que a Dureza “Janka”, ou tenacidade, é afetada a partir de 120°C, sendo a propriedade mais afetada, seguida pelo MOR e MOE.

4.2.3. Compressão paralela

De acordo com a ANOVA, a espécie, o tempo e temperatura de tratamento tiveram efeito significativo sobre a compressão paralela, o pode ser observado na Tabela 3.

TABELA 3 – Valores médios de resistência a compressão paralela em função da espécie, tempo e temperatura de termorreificação.

ESPÉCIE	COMPRESSÃO PARALELA (Kgf/cm ²)
Pinus	381,65 A
Eucalipto	279,68 B
TEMPO	COMPRESSÃO PARALELA (Kgf/cm ²)
2H	369,25 A
Testemunha	339,29 AB
1H	283,46 B
TEMPERATURA	COMPRESSÃO PARALELA (Kgf/cm ²)
170 ° C	352,79 A
190 ° C	310,54 B

FONTE A autora (2015).

Como pode ser observado, os painéis fabricados com Pinus obtiveram resultados superiores em relação aos fabricados com Eucalipto. Os resultados com relação ao tempo não eram esperados, porém a superioridade dos painéis tratados a 170°C pode ser explicada devido à maior degradação dos elementos anatômicos, fibras do Eucalipto e traqueídes, no caso dos Pinus, na temperatura de 190°C. VITAL *et al.* (1983) destacam em seu trabalho que a partir de 155°C as propriedades mecânicas da madeira são afetadas, incluindo a resistência à compressão paralela.

4.2.4. Arrancamento de parafuso

A Tabela 4 nos mostra os resultados médios para arrancamento de parafuso, onde apenas o tempo de tratamento teve efeito significativo.

TABELA 4 – Valores médios de arrancamento de parafuso dos painéis em função do tempo de termoretificação.

TEMPO	ARRANCAMENTO DE PARAFUSO (Kgf/cm ²)
Testemunha	194,42 A
2H	153,42 B
1H	139,92 B

FONTE A autora (2015).

Podemos observar que o tratamento térmico teve efeito negativo sobre o arrancamento de parafuso, visto que a testemunha obteve resultados superiores em relação aos painéis que foram tratados termicamente, isto pode ser explicado devido à degradação dos elementos anatômicos da madeira. A superioridade do tratamento de 2h não era esperada.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados obtidos e nas condições descritas neste estudo, permite-se as seguintes conclusões e recomendações:

- As temperaturas de 170°C e 190°C dos tratamentos dos flocos para fabricação de painéis OSB não influenciaram significativamente a maioria das propriedades físicas e, de maneira geral, influenciou negativamente as propriedades mecânicas.
- Os tempos de 1 e 2 horas de tratamento influenciaram negativamente o arrancamento de parafuso, dureza, resistência a tração perpendicular e compressão paralela.
- A espécies utilizadas para a fabricação dos painéis (*Eucalyptus grandis* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis*) foram diferentes significativamente, sendo que os painéis OSB confeccionados com *Pinus*, apresentaram resultados superiores na maioria dos testes.
- É necessário um maior número de pesquisas na área de tratamento térmico de flocos para confecção de painéis OSB, a fim de se descobrir tempos e temperaturas de tratamento ideais, dada a importância da redução da higroscopicidade deste tipo de painel.
- Métodos não-destrutivos de avaliação das propriedades físicas e mecânicas dos painéis também podem ser utilizados, como o método de propagação de ondas de tensão.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS-ASTM. **Standard test methods for evaluating properties of wood-base fiber and particle panels: ASTM D 1037-91**. Philadelphia: ASTM, v.04.09, 1991 (Annual Book of ASTM Standards).

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 14810-3**. Chapas de Madeira Aglomerada-Métodos de Ensaio. Março, 2002.

CABRAL, C. P. T. **Propriedades de painéis OSB fabricados com flocos esterificados**. 138 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

DEL MENEZZI, C. H. S. **Estabilização dimensional por meio do tratamento térmico e seus efeitos sobre as propriedades de painéis de partículas orientadas (OSB)**. 226 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

IWAKIRI, S. Painéis de partículas orientadas "OSB". **Revista da Madeira: (ABPM)**, Curitiba. n. 41, p. 52-53. 1999.

Indústria Brasileira de Árvores. **IBÁ**. Disponível em: <<http://celuloseonline.com.br/exportacoes-de-celulose-paineis-de-madeira-e-papel-tem-alta-no-primeiro-semester-de-2015/>>. Acesso em: ago 2015.

MATSUMOTO, T.; MATSUMOTO, H.; FUJIMOTO, N.; FUJIMOTO, Y.; MURASE, Y. **Influence of thermal treatments on the mechanical properties of wood.** In: INTERNATIONAL IUFRO WOOD DRYING CONFERENCE, 7, 2001. Proceedings, Tsukuba: FFPR, 2001. p. 430-433.

MOSLEMI, A. A. **Particleboard: Materials. Carbondale:** Southern Illinois University Press, 1974. 244 p. v.1

PAUL, W.; OHLMEYER, M.; LEITHOFF, H.; BOONSTRA, M.J.; PIZZI, A. **Optimising the properties of OSB by a one-step heat pre-treatment process.** Holz als Roh- und Werkstoff 64 (3): 227-234, 2006.

PRION, H. G. L. **Engineering wood products for structural purpose.** In: THELANDERSSON, S. LARSEN, H. J. Timber Engineering. London: John Wiley and Sons, 2003

SANTOS, A. M. de L., SOUZA, F.de COSTA, M.de A., TELES, R. F., PAZETTO, V. M. F., e DEL MENEZZI, C. H. S. Efeito do tratamento térmico sobre a resistência ao cisalhamento da linha de cola em painéis OSB. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 1, p. 31-40, 2009.

SERNEK, M.; KAMKE, A.F.; GLASSER, W.G. **Comparative analysis of inactivated wood surface.** Holzforschung 58 (1): 22-31, 2004.

SHAFIZADEH, F.; CHIN, P. P. S. **Thermal deterioration of Wood.** In: Goldstein, I. S. (Ed). Wood technology: chemical aspects. Washington: American Chemical Society, p. 57-81, 1977.

SORATTO, D. N. **Efeito das variáveis do tratamento térmico nas propriedades da madeira de Eucalyptus sp.** 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

TSOUMIS, G. **Science and technology of wood: structure, properties, utilization.** New York: Chapman & Hall, 1991. p. 309-339.

TUOTO, M.; MIYAKE, N. A indústria de painéis de madeira supera as expectativas. **Informativo STCP**, Curitiba, n.5, p.21-22, 2001.

VITAL, B. R.; A., P. I. L.; CARNEIRO, A. D. C. O.; CABRAL, C. P. T.; Carvalho, A. M. M. Estabilidade dimensional e resistência à tração perpendicular de painéis fabricados com partículas termorretificadas oriundas de embalagens de Pinus sp. **Revista Árvore**, v. 38, n. 5, p. 951-959, 2014.

VITAL, B. R. **Métodos de determinação da densidade da madeira.** Viçosa, MG: SIF, 1984. 21 P. (Boletim técnico, 1).

VITAL, B.R.; DELA LUCIA, R.M.; EUCLIDES, R.F. Efeito do aquecimento em algumas propriedades da madeira de Eucalyptus saligna. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 7, n. 2, p. 136-146. 1983.